

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08222973 A**(43) Date of publication of application: **30.08.96**

(51) Int. Cl.

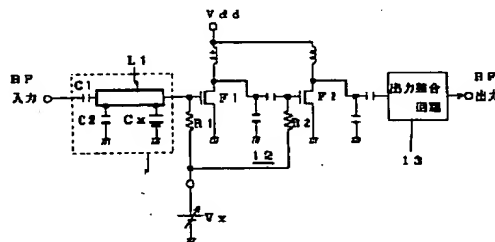
H03F 3/60
H04B 1/04
(21) Application number: **07020790**(22) Date of filing: **08.02.95**(71) Applicant: **HITACHI LTD HITACHI TOBU SEMICONDUCTOR LTD**(72) Inventor: **ADACHI TETSUAKI**(54) **RF LINEAR POWER AMPLIFIER CIRCUIT AND RADIO COMMUNICATION EQUIPMENT**

(57) Abstract:

PURPOSE: To vary an output of the RF linear power amplifier circuit without deterioration in linearity and to improve the isolation characteristic in the non-operating state.

CONSTITUTION: An impedance matching circuit 11 is interposed in an input or inter-stage of the RF linear power amplifier circuit, a voltage variable element Cx is interposed in the impedance matching circuit and an output of the power amplifier circuit is controlled variably by a control voltage Vx applied to the voltage variable element Cx. Thus, the input amplitude in a power amplifier section is substantially changed by a change in a reflection loss due to a change in the SWR and the isolation is improved by increasing the SWR in the non-operating state.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-222973

(43) 公開日 平成8年(1996)8月30日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 F 3/60			H 0 3 F 3/60	
H 0 4 B 1/04			H 0 4 B 1/04	E

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-20790

(22) 出願日 平成7年(1995)2月8日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233527

日立東部セミコンダクタ株式会社

埼玉県入間郡毛呂山町大字旭台15番地

(72) 発明者 安達 徹朗

埼玉県入間郡毛呂山町大字旭台15番地 日

立東部セミコンダクタ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大日方 富雄

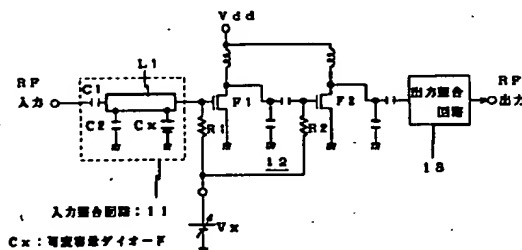
(54) 【発明の名称】 RFリニア電力増幅回路および無線通信装置

(57) 【要約】

【目的】 RFリニア電力増幅回路における出力可変を直線性の悪化を伴うことなく可能にし、併せて非動作時のアイソレーション特性も改善する。

【構成】 RFリニア電力増幅回路の入力または段間にインピーダンス整合回路を介在させるとともに、このインピーダンス整合回路内に電圧可変素子を介在させ、この電圧可変素子に印加される制御電圧によって上記電力増幅回路の出力を可変制御させる。

【効果】 SWRの変化による反射損失の変化によって電力増幅部での入力振幅を実質的に変化させることができ、非動作時はSWRを高くすることでアイソレーションを向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波入力信号を直線増幅して出力するRFリニア電力増幅回路であって、その電力増幅回路の入力または段間にインピーダンス整合回路を介在させるとともに、このインピーダンス整合回路内に電圧可変素子を介在させ、この電圧可変素子に印加される制御電圧によって上記電力増幅回路の出力を可変制御させるようにしたことを特徴とするRFリニア電力増幅回路。

【請求項2】 電圧可変素子は可変容量ダイオードであることを特徴とする請求項1に記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項3】 電力増幅回路は増幅素子として電界効果トランジスタを用いて構成されていることを特徴とする請求項1または2に記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項4】 電力増幅回路は増幅素子として電界効果トランジスタを用いた多段増幅回路であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項5】 電力増幅回路は増幅素子としてMOSトランジスタを用いて構成され、このMOSトランジスタのバイアス電圧と電圧可変素子の制御電圧を共通の制御電圧源によって一緒に可変設定することにより上記電力増幅回路の出力を可変制御させることを特徴とする請求項請求項1から4のいずれかに記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項6】 インピーダンス整合回路は π 型整合回路であることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項7】 電力増幅回路の入力にインピーダンス整合回路を介在させるとともに、このインピーダンス整合回路の入力側にアッテネータを介在させたことを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載のRFリニア電力増幅回路。

【請求項8】 所定周波数の無線信号を電力増幅して空間伝播させる無線送信部と、空間伝播された無線信号を選択的に受信して復調する無線受信部とを有する無線通信装置であって、上記無線送信部は、入力または段間に介在するインピーダンス整合回路内の電圧可変素子に印加される制御電圧によって増幅出力が可変されるように構成されたRFリニア電力増幅回路を有することを特徴とする無線通信装置。

【請求項9】 所定周波数の無線信号を電力増幅して空間伝播させる無線送信部と、空間伝播された無線信号を選択的に受信して復調する無線受信部と、この無線受信部での受信電界強度に基づいて上記無線送信部での送信出力を可変する制御手段とを備えた無線通信装置であって、上記無線送信部は、入力または段間に介在するインピーダンス整合回路内の電圧可変素子に印加される制御電圧によって増幅出力が可変されるように構成されたRFリニア電力増幅回路を有するとともに、上記制御電圧

を上記受信電界強度に基づいて可変設定させるようにしたことを特徴とする無線通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、RFリニア電力増幅回路、さらには無線信号を直線増幅して出力するRFリニア電力増幅回路に適用して有効な技術に関するものである。たとえばセルラーなどの移動体無線通信装置に利用して有効な技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 無線通信装置、とくにセルラーなどの移動体無線装置では、不要な電波放射をできるだけ避けるために、その送信電力を通信状況に応じて可変させることが必要となる。そこで、出力を電圧制御することが可能なRF（高周波）リニア電力増幅回路が要求されている（日経B P社刊行「日経エレクトロニクス 1990年4月16日号（no. 497）」121ページ（自動車・携帯電話）を参照）。

【0003】 図6は、本発明らによって検討されたRFリニア電力増幅回路を示す。

【0004】 同図に示すRFリニア電力増幅回路は混成半導体集積回路装置いわゆるRFパワーモジュールとして形成されたものであって、11は入力インピーダンス整合回路、12は電力増幅部、13は出力インピーダンス整合回路13、V_{d-d}は動作電源電位、V_xは可変制御電圧である。

【0005】 入力インピーダンス整合回路11は、固定容量素子C1、C2、C3とストリップラインからなる分布インダクタンスL1により形成され、外部入力端子と電力増幅部12との間のインピーダンスを整合させるべく、C2、C3、L1の各回路定数がそれぞれ設定されている。

【0006】 電力増幅部12は、MOSトランジスタ（MOS型電界効果トランジスタ）F1、F2による多段方式の増幅回路であって、入力インピーダンス整合回路11を介して入力される高周波入力信号を直線増幅する。その増幅出力は、出力インピーダンス整合回路13を介して出力端子に取り出される。

【0007】 ここで、電力増幅部12を形成するMOSトランジスタF1、F2の各ゲートにはそれぞれ、抵抗R1、R2を介して制御電圧V_xによるバイアス電圧が印加されるようになっている。この制御電圧V_xを可変すると、図7の（A）または（B）に示すように、MOSトランジスタF1、F2の動作バイアス点が変化する。

【0008】 図7はMOSトランジスタF1、F2のゲート電圧V_{gs}とドレイン電流I_{ds}の特性曲線と増幅動作を示したものであって、この特性曲線上での動作バイアス点を制御電圧V_xによって変化させることにより、図の（A）または（B）のように、入力振幅に対す

10

20

30

40

50

る出力振幅の大きさをなわち出力を変化させることができる。同図の場合、(A)は高出力時の状態、(B)は低出力時の状態をそれぞれ示す。

【0009】以上のようにして、図6に示した回路では、制御電圧 V_x によるRFリニア電力増幅回路の出力可変制御を行うことができるようになっている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した技術には、次のような問題のあることが本発明者らによってあきらかとされた。

【0011】すなわち、上述したRFリニア電力増幅回路では、図7の(B)に示すように、出力を下げるためにMOSトランジスタF1、F2の動作バイアス点をゲートしきい値近くまで下げて行くと、ゲート電圧 V_{gs} とドレイン電流 I_{ds} 間の直線性が急激に悪化して出力波形が大きく歪んでしまう、という問題が生じる。

【0012】また、この種の増幅回路では入出力間のアイソレーション特性が問題になりやすく、とくに非動作時における入力から出力への信号リーク量が問題となる。

【0013】本発明の目的は、RFリニア電力増幅回路における出力可変を直線性の悪化を伴うことなく可能にし、併せてアイソレーション特性の改善も可能にする、という技術を提供することにある。

【0014】本発明の前記ならびにそのほかの目的と特徴は、本明細書の記述および添付図面からあきらかになるであろう。

【0015】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0016】すなわち、RFリニア電力増幅回路の入力または段間にインピーダンス整合回路を介在させるとともに、このインピーダンス整合回路内に電圧可変素子を介在させ、この電圧可変素子に印加される制御電圧によって上記電力増幅回路の出力を可変制御させる、というものである。

【0017】

【作用】上述した手段によれば、制御電圧によって電圧可変素子の定数を変化させることにより、インピーダンス整合回路における反射波/進行波の比いわゆるSWRを変化させることができ、このSWRの変化による反射損失の変化によって電力増幅部での入力振幅を実質的に変化させることができる。また、非動作時には、SWRを高くすることで入力を抑えることにより、出力への信号リーク量を減らすことができる。

【0018】これにより、RFリニア電力増幅回路における出力可変を直線性の悪化を伴うことなく可能にし、併せてアイソレーション特性の改善も可能にする、という目的が達成される。

【0019】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例を図面を参照しながら説明する。なお、図において、同一符号は同一あるいは相当部分を示すものとする。

【0020】図1は本発明の技術が適用されたRFリニア電力増幅回路の第1の実施例を示す。

【0021】同図に示すRFリニア電力増幅回路は混成半導体集積回路装置いわゆるRFパワーモジュールとして形成されたものであって、まず、11は入力インピーダンス整合回路、12は電力増幅部、13は出力インピーダンス整合回路13、 V_{dd} は動作電源電位、 V_x は可変制御電圧である。

【0022】入力インピーダンス整合回路11は、固定容量素子C1、C2、電圧可変素子である可変容量ダイオードCx、およびストリップラインからなる分布インダクタンスL1により形成される π 型整合回路であって、可変容量ダイオードCxが所定の容量値のときに、入力端子と電力増幅部12との間のSWRが最低となるべく、つまりインピーダンス整合がほぼ完全に成立すべく、C2とL1の各回路定数がそれぞれ設定されている。

【0023】電力増幅部12は、MOSトランジスタ(MOS型電界効果トランジスタ)F1、F2による多段方式の増幅回路であって、外部入力端子から入力インピーダンス整合回路11を介して入力される高周波入力信号を直線増幅する。その増幅出力は、出力インピーダンス整合回路13を介して外部出力端子に取り出される。

【0024】制御電圧 V_x は、抵抗R1、R2を介して、電力増幅部12を形成するMOSトランジスタF1、F2の各ゲートにそれぞれゲート・バイアス電圧として与えられるようになっている。これとともに、その制御電圧 V_x は、抵抗R1を介して、可変容量ダイオードCxに逆方向バイアス電圧として与えられるようになっている。

【0025】つまり、MOSトランジスタF1、F2のバイアス電圧と可変容量ダイオードCxの容量制御電圧は、共通の制御電圧 V_x 源によって一緒に可変設定されるようになっている。

【0026】次に、動作について説明する。

【0027】図2は制御電圧 V_x によってインピーダンス整合回路11の出力が変化すること説明するための図である。

【0028】まず、同図の(A)に示すように、可変容量ダイオードCxの容量値は制御電圧 V_x によって変化する。容量Cxが変化すると、同図の(B)に示すように、その可変容量ダイオードCxを回路要素として含むインピーダンス整合回路11におけるSWRが、上記制御電圧 V_x によって変化する。SWRが変化すると、反射波と進行波の比が変化するので、整合回路11から出

力される進行波の出力振幅すなわち電力増幅部12の前段MOSTランジスタF1の入力振幅が変化する。電力増幅部12の入力振幅が変化するれば、その電力増幅部12の増幅利得が変化しなくても、その入力振幅の変化に応じてその出力振幅が変化する。

【0029】図3はMOSTランジスタF1、F2のゲート電圧 V_{gs} とドレイン電流 I_{ds} の特性曲線と増幅動作を示したものであって、この特性曲線上での動作バイアス点をそれほど変化させなくても、その入力振幅を整合回路11でのSWRによって変化させることで、図の(A)または(B)のように、出力振幅の大きさすなわち出力を大きく変化させることができる。

【0030】図1に示した実施例の回路では、MOSTランジスタF1、F2のバイアス電圧と可変容量ダイオードCxの制御電圧とが、共通の制御電圧 V_x 源によって一緒に可変設定されるようになっているが、これにより、電力増幅部12の出力は、SWRによるF1の入力振幅変化とF1、F2の動作バイアス点による増幅利得変化の両方によって変化される。この場合、F1、F2の動作バイアス点がゲートしきい値に近くなって電力増幅部12の増幅利得および入力ダイナミックレンジが共に小さくなるときに、SWRが高くなってF1の入力振幅も小さくなるように、整合回路11内の回路定数(C2、L1)をあらかじめ設定しておけば、比較的小さな制御電圧 V_x の変化幅でもって、電力増幅部12の出力を、出力歪を大きくすることなく、広範囲に可変することができる。つまり、この場合は、最大利得が得られるような動作バイアス点でSWRが最低となるように整合回路11内の固定回路定数(C1、L1)を設定して、動作バイアス点が最大利得点から離れるにしたがってSWRが高くなるようにすればよい。

【0031】以上のようにして、RFリニア電力増幅回路の入力にインピーダンス整合回路11を介在させるとともに、このインピーダンス整合回路11内に可変容量ダイオードCxを介在させ、この可変容量ダイオードCxに印加される制御電圧 V_x によって上記電力増幅回路の出力を可変制御させることにより、インピーダンス整合回路11における反射波/進行波の比いわゆるSWRを変化させることができ、このSWRの変化による反射損失の変化によって電力増幅部12での入力振幅を実質的に変化させることができ、これにより、RFリニア電力増幅回路における出力可変を直線性の悪化を伴うことなく広範囲に行うことができる。

【0032】また、増幅部12を電源断などにより非動作状態にした場合は、制御電圧 V_x をゼロにすることで、整合回路11でのSWRを高くすることができ、これにより入力的大部分を反射波として遮断することができる。これにより、電力増幅部12が非動作状態のときの入力から出力への信号リーク量を大幅に減らすことができる。つまり、非動作時における電力増幅部12のア

イソレーション特性が大幅に改善される。

【0033】図4は本発明の技術が適用されたRFリニア電力増幅回路の第2実施例を示す。

【0034】この第2の実施例では、上述した第1の実施例の構成に加えて、入力インピーダンス整合回路11の入力側にアッテネータ14を介在させてある。このアッテネータ14は無誘導抵抗(または低誘導抵抗)を π 型結線したものであるが、このアッテネータ14を介在させることで、インピーダンス整合回路11からの反射波が減衰され、これにより外部入力端子から見たインピーダンスの変化を小さくすることができる。

【0035】図5は本発明のRFリニア電力増幅回路を移動体無線通信機に適用した実施例を示す。

【0036】同図に示す無線通信機はゾーン選択方式(またはセル選択方式)の携帯無線電話機いわゆるセルラーとして構成されたものであって、その構成は、所定周波数の無線信号を電力増幅して空間伝播させる無線送信部、空間伝播された無線信号を選択的に受信して復調する無線受信部、両者の動作を制御する制御部の3つに分けることができる。

【0037】無線受信部は、高周波増幅部21、周波数変換部22、中間周波増幅部23、検波部24、復調部25、D/A変換部26、低周波アンプ27、および受話器(スピーカ)28などによって構成され、アンテナ101から分波器102を介して入力される高周波受信信号をAGC増幅した後、検波および復調処理して信号再生を行う。

【0038】無線送信部は、送話器(マイクロホン)31、符号化および変調等の機能を含むベースバンド・ユニット32、周波数変換部(アップコンバータ)33、およびRFリニア電力増幅回路34などによって構成され、送話器31からの送話信号をデジタル符号化および変調処理した後、所定周波数の無線信号に変換および増幅し、分波器102を介してアンテナ101へ給電する。

【0039】制御部は、局部発振周波数を生成するプログラマブル周波数合成ユニット41、受信電界強度検出回路(RSSI)42、マイクロプロセッサによる論理制御ユニット43、表示および操作の機能を含むコンソール部44、A/D変換器45およびD/A変換器46、47などによって構成され、受信電界強度に基づく基地局の選択などの各種制御を行う。

【0040】ここで、RFリニア電力増幅回路34は、図1または図4に示したような本発明の回路が使用され、その電力増幅出力は、受信電界強度検出回路(RSSI)42にて検出される受信電界強度に基づいて、最適状態に可変設定されるようになっている。

【0041】以上、本発明者によってなされた発明を実施例にもとづき具体的に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0042】たとえば、制御電圧 V_x は可変容量ダイオード C_x だけに与えるようにしても良い。また、インピーダンス整合回路は電力増幅部12の段間に介在させても良い。

【0043】以上の説明では主として、本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野である無線送信部に適用した場合について説明したが、それに限定されるものではなく、たとえばアイソレーション特性が改善されることに着目して有線通信を含む一般用途での可変利得高周波増幅回路にも適用できる。

【0044】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

【0045】すなわち、RFリニア電力増幅回路における出力可変を直線性の悪化を伴うことなく可能にし、さらにアイソレーション特性も改善することができる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の技術が適用されたRFリニア電力増幅回路の第1の実施例を示す回路図

【図2】制御電圧によってインピーダンス整合回路の出力が変化すること説明するための図

【図3】MOSトランジスタのゲート電圧とドレイン電流の特性曲線と増幅動作を示す図

【図4】本発明の技術が適用されたRFリニア電力増幅回路の第2実施例を示す。

【図5】本発明のRFリニア電力増幅回路を移動体無線通信機に適用した実施例を示すブロック図

【図6】従来のRFリニア電力増幅回路の概要を示す回路図

【図7】MOSトランジスタのゲート電圧とドレイン電流の特性曲線と増幅動作を示す図

【符号の説明】

11 入力インピーダンス整合回路

12 電力増幅部

13 出力インピーダンス整合回路

Vdd 動作電源電位

V_x 制御電圧

C1, C2 固定容量素子

C_x 電圧可変素子としての可変容量ダイオード

L1 分布インダクタンス

10 F1, F2 MOSトランジスタ (電界効果トランジスタ)

R1, R2 抵抗

21 高周波増幅部

22 周波数変換部

23 中間周波増幅部

24 検波部

25 復調部

26 D/A変換部

27 低周波アンプ

28 受話器 (スピーカ)

101 アンテナ

102 分波器

31 送話器 (マイクロホン)

32 ベースバンド・ユニット

33 周波数変換部 (アップバータ)

34 RFリニア電力増幅回路

41 プログラマブル周波数合成ユニット

42 受信電界強度検出回路 (RSSI)

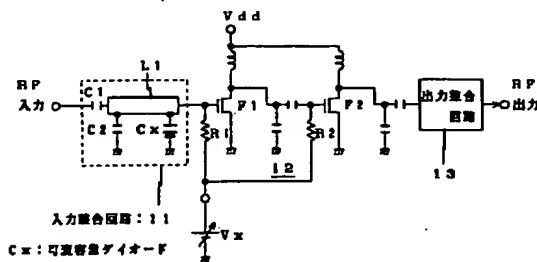
43 論理制御ユニット

44 コンソール部

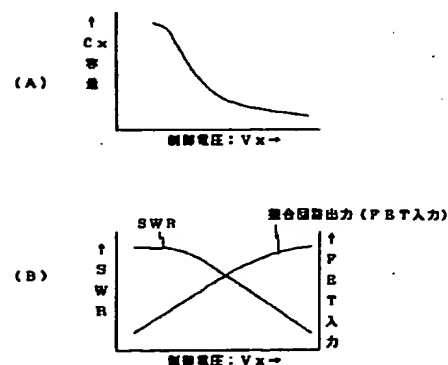
45 A/D変換器

46, 47 D/A変換器

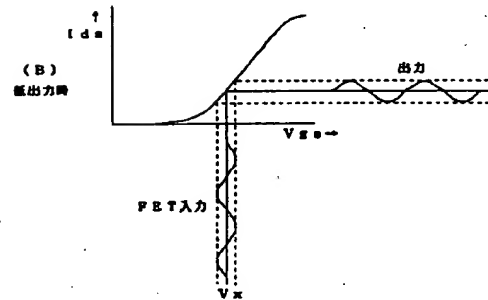
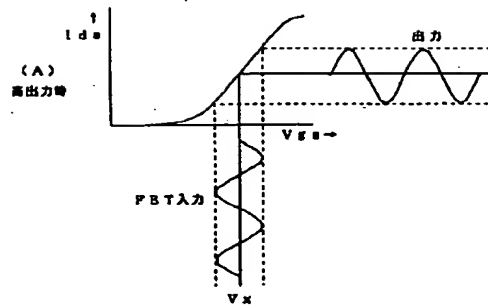
【図1】



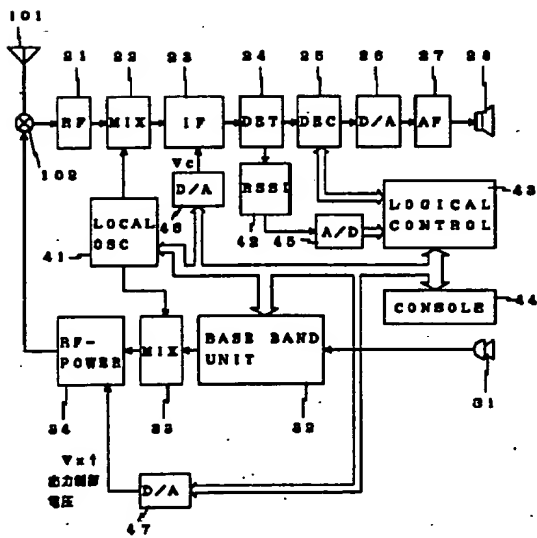
【図2】



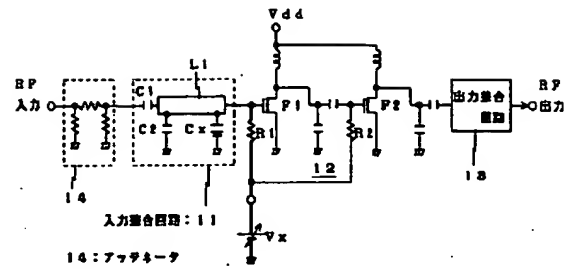
【図3】



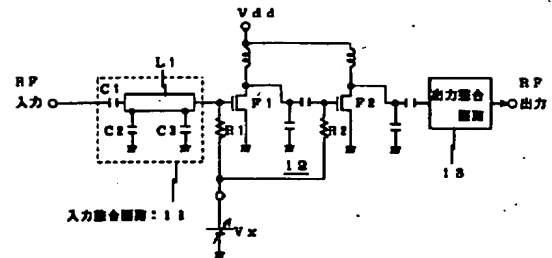
【図5】



【図4】



【図6】



【図7】

